

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-285852

(43)Date of publication of application : 04.11.1997

(51)Int.Cl.

B22D 11/10

B22D 11/10

B22D 11/10

B22D 11/18

B22D 41/50

(21)Application number : 08-123953

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 23.04.1996

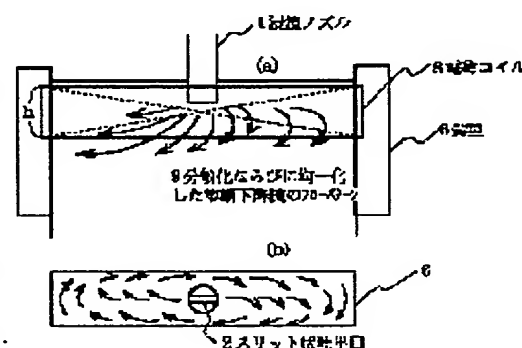
(72)Inventor : YAMAZAKI TSUYOSHI  
TANI MASAHIRO

## (54) CONTINUOUS CASTING METHOD, AND IMMERSION NOZZLE FOR CONTINUOUS CASTING

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a continuous cast slab with less internal defects and surface flaws by providing a slit discharge port in a bottom part of an immersion nozzle to specify the relationship between the direction of the molten steel flow and the flow speed distribution, and combining the electromagnetic stirring therewith.

**SOLUTION:** In performing the continuous casting by stirring the molten steel in a mold 6 by a solenoid coil 8, a slit type discharge port 2 is formed in a bottom surface of an immersion nozzle 1. The discharged flow from the immersion nozzle 1 flows from a shorter side of the mold in the direction lower than the horizontal direction. In the flow speed distribution at the position below the lower end of the nozzle 1 by  $L/2$  where  $L$  is the length of the longer side of the mold, the maximum descending flow speed is obtained in the range of  $L/4$  respectively to the right and to the left with a center of the longer side of the mold as a reference, and the value  $V_m$  and the mean descending flow speed value in the horizontal plane of the mold is satisfied with the inequality. The position of the lower end of the discharge port of the immersion nozzle 1 is within the range of  $2h$  downward of the molten steel level with the core center position of the solenoid coil 8 as a reference where  $(h)$  is the core height of the solenoid coil 8.



$$V_m < 3.0 \times V_a$$

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3410607

[Date of registration]

20.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-285852

(43) 公開日 平成9年(1997)11月4日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/10	3 5 0		B 2 2 D 11/10	3 5 0 D
	3 3 0			L
11/18			11/18	3 3 0 G
41/50	5 2 0		41/50	Z
				5 2 0
審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-123953

(22) 出願日 平成8年(1996)4月23日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 山崎 強

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技  
術開発本部内

(72) 発明者 谷 雅弘

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技  
術開発本部内

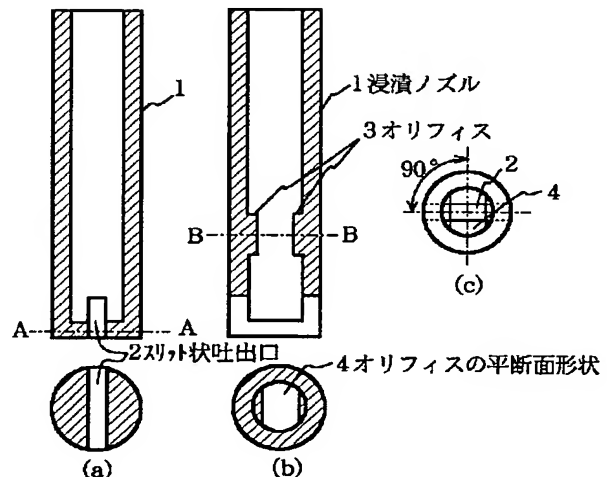
(74) 代理人 弁理士 田中 久喬

(54) 【発明の名称】 連続鋳造方法及び連続鋳造用浸漬ノズル

(57) 【要約】

【課題】 連続鋳造鋳型内溶鋼プール内の浸漬ノズルから吐出する溶鋼流を分散化ならびに均一化することにより、内部欠陥ならびに表面欠陥のない連続鋳造鋳片を製造する方法。

【解決手段】 鋳型内電磁攪拌と鋳型下方に分散する流れ例えば浸漬ノズルの吐出口がスリット状であり、かつ、浸漬ノズル内部にオリフィスを設けて浸漬ノズル内を下降する溶鋼流を絞り込むことを組み合わせることによる。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 溶融金属を連続鑄造する矩形断面形状の鑄型長辺方向に設置された電磁コイルにより移動磁界を鑄型内の溶融金属に印加しつつ、鑄型内溶鋼に対して水平方向に巡回攪拌させて鑄造を行う連続鑄造方法において、浸漬ノズルから鑄型内へ吐出させる吐出流の方向を鑄型短辺へ向かう水平方向よりも下方の方向とし、かつ、鑄型長辺長さを  $L$  として浸漬ノズル下端から  $L/2$  下方位置での鑄型長辺方向に沿った流速分布において、長辺方向中心部を基準に左右それぞれ  $L/4$  の範囲に最大下降流速を有しその値  $V_m$  が鑄型水平面内の平均下降流速値  $V_a$  と下記 (1) 式を満足する関係にあり、かつ、該浸漬ノズル吐出口の下端位置を、前記電磁コイルのコア高さを  $h$  として、溶湯湯面から電磁コイルのコア中心位置を基準に下方へ  $2h$  の範囲内とすることを特徴とする、溶融金属の連続鑄造方法。

$$V_m < 3.0 \times V_a \quad \dots (1)$$

ただし、 $V_m$ ：浸漬ノズル下端から  $L/2$  下方位置

( $L$ ：鑄型長辺長さ； $m$ ) での鑄型長辺方向に沿った流速分布において、長辺方向中心部を基準に左右それぞれ  $L/4$  の範囲に存在する最大下降流速 ( $m/sec$ )

$V_a$ ：鑄型水平面内の平均下降流速 ( $m/sec$ )

【請求項 2】 連続鑄造用浸漬ノズルの底部にスリット状の吐出口を有し、かつ、該ノズルの内部にオリフィスを有し、該オリフィスで囲まれた平断面の形状が楕円ないしは矩形または矩形の短片側を円弧で置き換えた形状を成して、浸漬ノズル内を流動する溶融金属流を絞り込める構造とし、さらに、前記オリフィスで囲まれた平断面の長辺側の方向が、前記底部のスリット状吐出口平断面の長辺側の方向と直交していることを特徴とする、連続鑄造用浸漬ノズル。

【請求項 3】 連続鑄造用浸漬ノズルの底部にスリット状の吐出口を有し、かつ、該浸漬ノズルの平断面が楕円ないしは矩形または矩形の短片側を円弧で置き換えた形状を成し、さらに、該浸漬ノズルの平断面の長軸側方向あるいは長辺側方向がスリット状吐出口平断面の長辺側の方向と直交していることを特徴とする、連続鑄造用浸漬ノズル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は溶融金属の連続鑄造方法、及び、当該連続鑄造方法に用いる浸漬ノズルに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 溶融金属の連続鑄造、特に溶鋼の連続鑄造においては、鑄型内における凝固過程の安定性と、製品の欠陥の原因となる鑄片内非金属介在物の低減が求められている。溶鋼の連続鑄造においては、鑄型内に溶鋼を注入する手段として耐火物製の浸漬ノズルが用いられ、形状は図 1 に示すような鑄型短片に向けて開口する一対

の吐出口 10 を有したものが一般的である。しかし、この浸漬ノズル 1 は鑄型短片近傍において、鑄型上方に向かう上昇流と下方に向かう下降流を生成するため、鑄造速度のアップに伴いこれらの流れが増大し、上昇流の増大は鑄型内溶鋼湯面において連続鑄造用パウダーの巻き込みによる鑄片表面欠陥の増大を招き、また下降流の増大は鑄型内溶鋼プールの内部に侵入する非金属介在物による内部欠陥の増大を来している。そこで、浸漬ノズルに対しては、鑄型内に注入される溶鋼を鑄型内溶鋼プールの下方に向かい均一に分散し、上昇流の低減と下降流の均一化ならびに低減が図れることが望まれている。

【0003】 上記の問題を解決するために、浸漬ノズルの吐出口形状やその個数に関し検討が成されており、特開昭 50-36317 号公報においては、図 2 に示すような下方および側方に向けられたスリット状吐出口 2 を有した浸漬ノズル 1 が開示されている。また、特開昭 61-14051 号公報には、図 3 に示すようにノズル側壁の左右の吐出口 10 と、ノズル底部を横断するスリット状吐出口 2 が該左右の吐出口 10 と連通しており、かつ、ノズルの底部は半球状の浸漬ノズル 1 が開示されている。また特公昭 53-12448 号公報においては、図 4 に示すように、ビレット鑄造用浸漬ノズル 1 において、縦孔が中間部位で一旦収束した後拡大する下向き吐出口 10 を有し、その際、少なくとも 2 つ以上の側方の吐出口 10 が収束部と拡大部の境目であるスロート部 12 の上方に設けられている。さらに、特開平 7-112250 号公報においては、図 5 に示すように、側壁の一対の吐出口 10 と底部スリットの開口部 2 を連通させることなく、種々の溶鋼注入量に対応した最適な形状が規定されている。また、特開平 6-328210 号公報や実開昭 55-88347 号公報において図 6 と図 7 に示すように、吐出口 10 を 3 孔ないしは 4 孔とした浸漬ノズル 1 が開示されており、鑄型内にバルクとして注入される流れの分散化が図られている。

【0004】 これらの浸漬ノズルを使用すると、溶鋼は複数設けられた吐出口から鑄型内下方に注入されるので、鑄型内溶鋼面の表面流速が低減され、溶鋼表面の鑄型パウダー巻き込みが防止されるというものである。また、鑄型下方に対しても溶鋼流が鑄型の幅方向に広がり注入されるため溶鋼の侵入深さが低減し、非金属介在物の侵入を抑えることができるというものである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 鑄型内下方流れの均一・分散性向上の取り組みとして、前記のように浸漬ノズルの吐出口形状やその個数に関し様々な検討が成されているが、中でも特にスリット形状が優位であり、溶鋼流を鑄型長片方向に均一に広げるために、前記のような様々な取り組みが行われてきた。溶鋼流を下方に注入するため溶鋼表面における溶鋼流の速度は確かに低減するのだが、従来のノズル吐出口のみの改良では、鑄型長辺方

向への注入流の広がりには依然として小さく、非金属介在物の鑄片内部への侵入を許している。図 4 に示したノズルはノズル内部に絞り込み構造を有するが、これは側面の吐出孔に溶鋼を分配するものであり、スリットの均一性を向上させるためのものではない。また、吐出口形状をスリットとしても注入された溶鋼流は鑄型短片方向中心部に分布しており、鑄型全域に均一に広がっている訳ではない。一方で 3 孔や 4 孔といった複数の吐出口を設けた浸漬ノズルにおいても、鑄型内に溶鋼流をバルクとして注入するため鑄型内下方への溶鋼流の均一性は不十分である。このように浸漬ノズルのみでは鑄型下方へ向かう流れを完全に均一化することは困難であり、注入量の増大に伴って益々その傾向は強くなる。本発明はこのような従来の溶鋼注入方法の問題点を解決し、鑄片表面欠陥並びに内部欠陥共に極めてすくない、高品質な鑄片を得ることができる溶融金属の連続鑄造方法を提供することを目的とする。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、上記課題を形決するため、例えば浸漬ノズルの断面が楕円ないしは矩形あるいは矩形の短片側を円弧に置き換えた形状であり、かつ、浸漬ノズルの底部がスリットの吐出口を有する浸漬ノズルを考案し、この浸漬ノズルと電磁攪拌を組み合わせることで、連続鑄造中の鑄型内溶鋼の下降流の大幅な均一化と分散化を図れることを知見し下記の発明に至った。

(1) 溶融金属を連続鑄造する矩形断面形状の鑄型長辺方向に設置された電磁コイルにより移動磁界を鑄型内の溶融金属に印加しつつ、鑄型内溶鋼に対して水平方向に巡回攪拌させて鑄造を行う連続鑄造方法において、浸漬ノズルから鑄型内へ吐出させる吐出流の方向を鑄型短辺へ向かう水平方向よりも下方の方向とし、かつ、鑄型長辺長さを  $L$  として浸漬ノズル下端から  $L/2$  下方位置での鑄型長辺方向に沿った流速分布において、長辺方向中心部を基準に左右それぞれ  $L/4$  の範囲に最大下降流速を有しその値  $V_m$  が鑄型水平面内の平均下降流速値  $V_a$  と下記 (1) 式を満足する関係にあり、かつ、該浸漬ノズル吐出口の下端位置を、前記電磁コイルのコア高さを  $h$  として、溶湯湯面から電磁コイルのコア中心位置を基準に下方へ  $2h$  の範囲内とすることを特徴とする、溶融金属の連続鑄造方法である。

#### 【0007】

$$V_m < 3.0 \times V_a \quad \dots \dots \dots (1)$$

ただし、 $V_m$ ：浸漬ノズル下端から  $L/2$  下方位置

( $L$ ：鑄型長辺長さ； $m$ ) での鑄型長辺方向に沿った流速分布において、長辺方向中心部を基準に左右それぞれ  $L/4$  の範囲に存在する最大下降流速 ( $m/sec$ )

$V_a$ ：鑄型水平面内の平均下降流速 ( $m/sec$ )

(2) (1) に記載の連続鑄造方法に使用する連続鑄造用浸漬ノズルにおいて、連続鑄造用浸漬ノズルの底部に

スリット状の吐出口を有し、かつ、該ノズルの内部にオリフィスを有し、該オリフィスで囲まれた平断面の形状が楕円ないしは矩形または矩形の短片側を円弧で置き換えた形状を成して、浸漬ノズル内を流動する溶融金属流を絞り込める構造とし、さらに、前記オリフィスで囲まれた平断面の長辺側の方向が、前記底部のスリット状吐出口平断面の長辺側の方向と直交していることを特徴とする、連続鑄造用浸漬ノズルである。

(3) (1) に記載の連続鑄造方法に使用する連続鑄造用浸漬ノズルにおいて、連続鑄造用浸漬ノズルの底部にスリット状の吐出口を有し、かつ、該浸漬ノズルの平断面が楕円ないしは矩形または矩形の短片側を円弧で置き換えた形状を成し、さらに、該浸漬ノズルの平断面の長軸側方向あるいは長辺側方向がスリット状吐出口平断面の長辺側の方向と直交していることを特徴とする、連続鑄造用浸漬ノズルである。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】以下に発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

【0009】(実施例 1) 図 8 に示す本発明の浸漬ノズルの一例は、その内部に平断面 4 が矩形の短辺側を円弧で置き換えた形状の絞り込みのオリフィス 3 の構造を有し、その長辺方向はスリット吐出口 2 の長辺方向と  $90^\circ$  の角度を成している。また、図 9 に示す本発明の別の一例の浸漬ノズル 1 は、その断面 5 が楕円形であり、楕円形の長辺方向はスリット吐出口 2 の長辺方向と  $90^\circ$  の角度を成している。このようにノズル断面形状に分布を持たせ、ノズル内流動に分布を与えることでスリット部における流れの分散性の向上を図ることができる。そのため図 8 に示す浸漬ノズル 1 の場合、絞り込み下端の位置は与えた分布がスリット吐出口 2 まで持続できる範囲になければならず、吐出口の位置からノズル上部へ向かい  $200mm$  程度の範囲に有ることが望ましい。また、絞り込みの比率は余り絞り過ぎると中心部における流速が増大しすぎるため、また、絞り足らないと絞り込みの意味を成さないため、ノズル断面積の  $60\%$  から  $80\%$  の範囲に有ることが望ましい。このようにノズル内流れに分布を持たせることでスリットによる流れの広がり性と分散性を大幅に向上できる。鑄型内における溶鋼侵入深さの評価を行うため、図 8 に示した浸漬ノズルと同型状の浸漬ノズルを用いて  $1/5$  スケール水モデル実験を行った。図 10 はその評価結果であるが、ノズル断面に楕円形状の絞り込みを持たせることで流れの侵入深さが減少すること、即ち、鑄型長辺方向へ流れが広がっていることが分かる。

【0010】(実施例 2) このようにノズル断面形状に分布を与えることでスリットによる流れの分散性が増すことが分かるが、図 11 に示すように分散化した溶鋼下降流のフローパターン 7 のノズル吐出流は鑄型 6 短片方向の中心部に分布しており、鑄型全域に分散しているわ

けではない。そこで、さらにこのようなスリット状吐出口 2 により生成した分散流れに電磁攪拌を付加し作用させると、下降流の鋳型全域への均一化と低減化を図ることができる。図 1 2 は分散流れに電磁攪拌を作用させ下降流れが分散化並びに均一化した溶鋼下降流のフローパターン 9 とする様子を模式的に示したものである。分散した吐出流に電磁攪拌による旋回流れを付加すると、鋳型 6 短片中心部に集中していた分散流れを鋳型全域にさらに分散させることができ、下降流の減衰率の向上と流れの均一化により、溶鋼侵入深さの大幅な低減が可能となる。電磁攪拌による推力を浸漬ノズル 1 の吐出流に作用させるため、ノズル吐出口の位置は、電磁攪拌の作用が大きくなる電磁コイル 8 のコア近傍が良く、特に、コア高さを  $h$  として、溶湯表面から電磁コイルのコア中心位置を基準に下方へ  $2h$  程度の範囲内に入ることが望ましい。本実施例ではノズルの吐出口をスリット形状としたが、鋳型長辺方向へ流れを分散することができれば、電磁攪拌による鋳型下方への流れの均一・低減化が図れるため、吐出口形状が 3 孔や 4 孔等の複数のものや各吐出口を連通した形状のものでも良い。図 1 3 は図 6 に示した浸漬ノズルと同形状のものをを用いて行った 1/2、

5 スケール水銀シミュレーション実験の結果である。これは電磁攪拌付加による下降流速の評価結果であるが、電磁攪拌により鋳型長辺方向に流れが分散化ならびに均一化され、下降流が低減できていることが分かる。  
【0011】(実施例 3) 幅 1380mm、厚み 250mm の断面を有する垂直曲げ型スラブ連铸機において、図 8 と同形状の浸漬ノズルを用い、鋳造速度 1.2m/min で鋳造を実施した。鋼種として低炭素 A1 キルド鋼を選択し、試験水準は電磁攪拌の有る／無しとした。また、溶鋼流の侵入深さを評価するため、鋳造末期に鋳型内サルファー添加を実施し、サルファー濃度分布の評価を行った。その結果、図 1 4 に示すように、電磁攪拌を付加した場合、サルファー濃度の減衰は付加しない場合に比べ大きく、攪拌によって下降流が分散され、侵入深さが低減できていることが分かる。

#### 【0012】

【発明の効果】鋳型内電磁攪拌と鋳型下方に分散する流れ例えば浸漬ノズル底部の吐出口がスリット状であり、かつ、浸漬ノズル内を下降する溶鋼流を絞り込むこととを組み合わせることにより、連続鋳造鋳型内溶鋼プール内の浸漬ノズルから吐出する溶鋼流を分散化ならびに均一化することにより、内部欠陥ならびに表面欠陥の極めて少ない連続鋳造鋳片を製造することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の 2 孔浸漬ノズルの形状を説明する図である。

【図 2】従来のスリット状吐出口を有する浸漬ノズルの形状を説明する図である。

【図 3】従来の 2 孔連通浸漬ノズルの形状を説明する図

である。

【図 4】従来のスロートノズルの形状を説明する図である。

【図 5】従来の 2 孔非連通浸漬ノズルの形状を説明する図である。

【図 6】従来の 3 孔浸漬ノズルの形状を説明する図である。

【図 7】従来の 4 孔浸漬ノズルの形状を説明する図である。

【図 8】本発明の方法を実施するための浸漬ノズルの一例を示す説明図であり、(a) はスリット状吐出口の長辺側と直角な方向の縦断面図と A-A 平断面図である。

(b) は絞り込み部の平断面の長辺側と直角な方向の縦断面図と B-B 平断面図である。(c) は A-A 平断面と B-B 平断面の位置関係を示す図である。

【図 9】本発明の方法を実施するための別の浸漬ノズルの一例を示す説明図であり、(d) はスリット状吐出口の長辺側と直角な方向の縦断面図と C-C 平断面図である。(e) はノズルの楕円形平断面の長軸と直角な方向の縦断面図と D-D 平断面図である。(f) は C-C 平断面と D-D 平断面の位置関係を示す図である。

【図 10】本発明の実施例に関して水銀モデル実験における流れの鋳型内溶鋼プールへの侵入深さを示す図である。

【図 11】本発明の実施例に関して分散流れの鋳型内における分布を説明する図であり、(a) は鋳型長辺方向の正面断面図、(b) は平面断面図である。

【図 12】本発明の実施例に関して分散流れと電磁攪拌による下降流の分散化と均一化を説明する図であり、

(a) は鋳型長辺方向の正面断面図、(b) は平面断面図である。

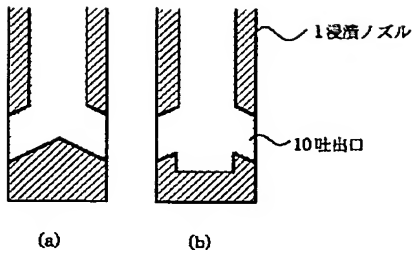
【図 13】本発明の実施例に関して水モデル実験における鋳型内長辺方向にでの下降流分布を示す図である。

【図 14】本発明の実施例に関して鋳型内における溶鋼侵入深さを示す図である。

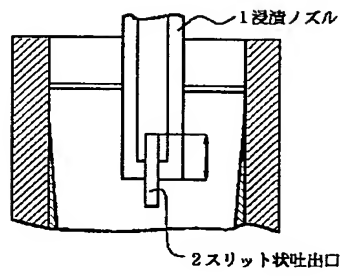
#### 【符号の説明】

- 1 浸漬ノズル
- 2 スリット状吐出口
- 3 オリフィス
- 4 オリフィスの平断面形状
- 5 ノズルの平断面形状
- 6 鋳型
- 7 分散化した溶鋼下降流のフローパターン
- 8 電磁コイル
- 9 分散化ならびに均一化した溶鋼下降流のフローパターン
- 10 吐出口
- 11 半球状ノズル底部
- 12 スロート部

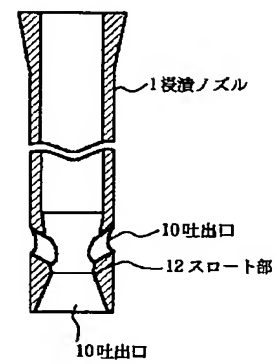
【図 1】



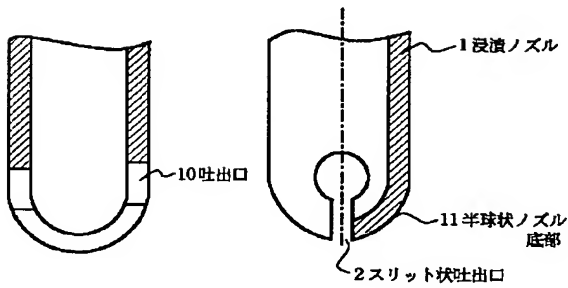
【図 2】



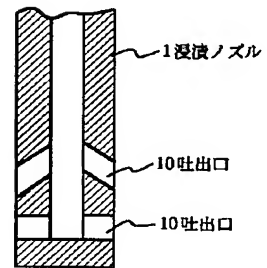
【図 4】



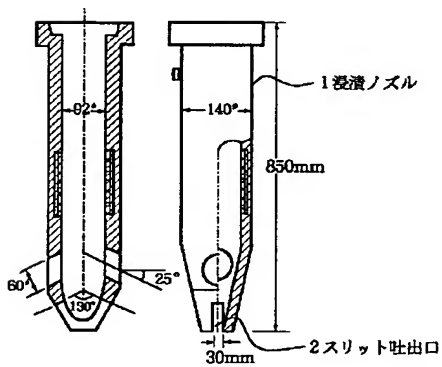
【図 3】



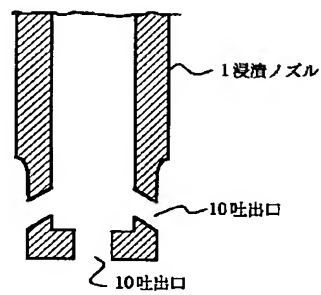
【図 7】



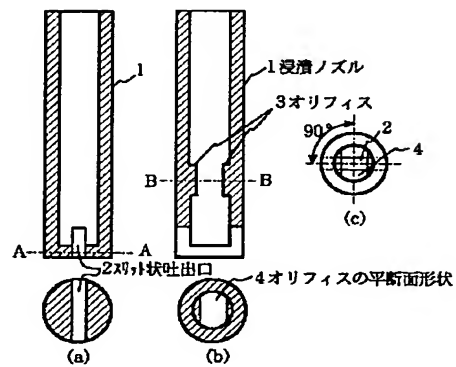
【図 5】



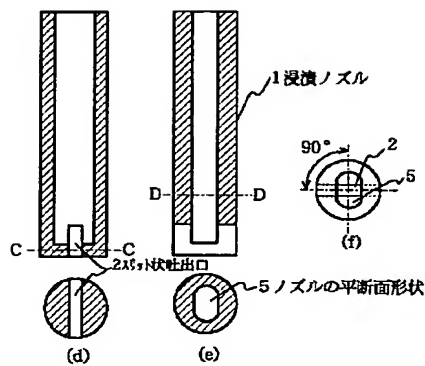
【図 6】



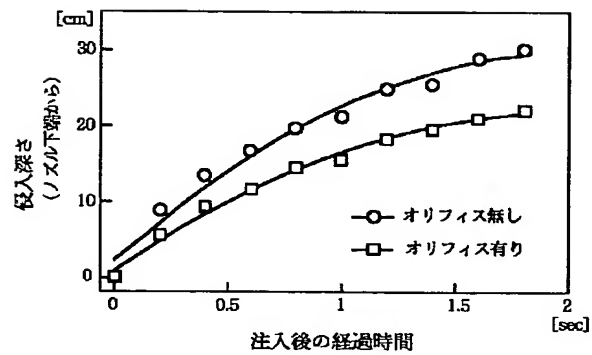
【図 8】



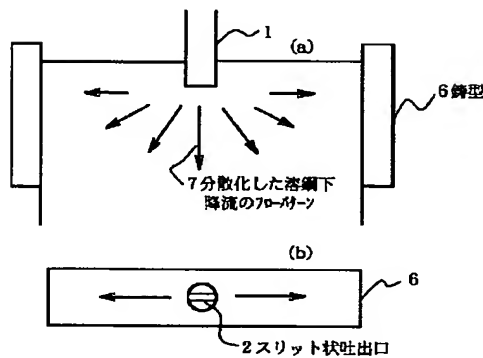
【図9】



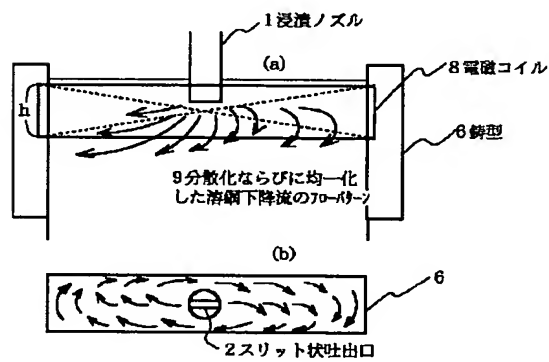
【図10】



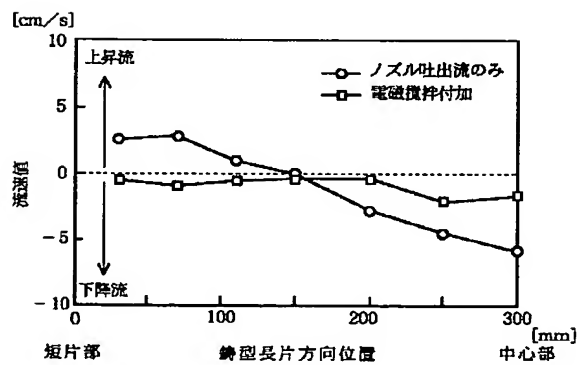
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

